



Tolerância à Deficiência Hídrica de Linhagens de Arroz de Terras Altas

Cleber Morais Guimarães¹
Orlando Peixoto de Morais²
Luís Fernando Stone³
Adriano Pereira de Castro⁴

Introdução

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos cereais mais produzidos e consumidos mundialmente. Ele se destaca como elemento da dieta básica da população de muitas regiões. É o produto de maior importância econômica em muitos países em desenvolvimento, como no Brasil. Adicionalmente, apresenta ampla adequação a diferentes condições de solo e clima.

No Brasil existem dois sistemas de produção de arroz, o de terras altas e o irrigado. A produção de arroz de terras altas encontra-se em uma vasta gama de ambientes, envolvendo desde as grandes áreas mecanizadas até as pequenas, como as de produção para subsistência (BRESEGHELLO; STONE, 1998).

A maior parte de arroz produzido no sistema de terras altas ocorre na região do Cerrado brasileiro, onde os solos se caracterizam por apresentar baixa capacidade de retenção de água, baixo teor de fósforo e alto teor de alumínio, fatores que limitam a produtividade (FAGERIA, 2009). Essa região, em sua maioria, pode apresentar distribuição irregular de chuvas, com ocorrência de "veranicos", que são períodos sem chuvas durante a época normal das chuvas. Essa situação deve se agravar com o aquecimento global (GUIMARÃES et al., 2011). Segundo Pinheiro (2003), durante esses

períodos ocorre balanço negativo de água no solo, ocasionando deficiência hídrica à planta e, por conseguinte, comprometendo seu crescimento, transpiração, fotossíntese, translocamento de carboidratos e produtividade. A resposta das plantas aos efeitos da deficiência hídrica está relacionada com a duração, a intensidade e o estágio de desenvolvimento fenológico em que o estresse hídrico ocorre.

Perante as mudanças climáticas, é evidente o aumento da temperatura e o agravamento na distribuição de chuvas, conseqüentemente, restringindo ainda mais as áreas com potencial para o plantio da cultura, se medidas não forem tomadas para moderar seus efeitos.

Dessa forma, a escolha do tema tem como objetivo identificar genótipos de arroz de terras altas com melhor aptidão agrônômica para as regiões com ocorrência de períodos de deficiência hídrica, durante a época normal de condução da cultura no campo.

Metodologia

O trabalho foi conduzido na Estação Experimental da Emater, em Porangatu-GO, em um Latossolo Vermelho distrófico, localizada a 13° 18' 31" de latitude Sul e 49° 06' 47" de longitude Oeste, com

¹ Engenheiro agrônomo, Doutor em Fisiologia Vegetal, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, cleber.guimaraes@embrapa.br

² Engenheiro agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, orlando.morais@embrapa.br

³ Engenheiro agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, luis.stone@embrapa.br

⁴ Engenheiro agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, adriano.castro@embrapa.br

altitude de 391 m e clima Aw, tropical de savana, megatérmico, segundo a classificação de Köppen.

Os experimentos foram conduzidos na estação seca de 2011 e 2012, quando a ocorrência de chuvas é geralmente nula, o que possibilitou o controle da água usada pelas plantas. Foram usadas parcelas de quatro fileiras com 5 m de comprimento e espaçadas de 0,40 m. Adotou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições.

A demanda das plantas por nitrogênio, fósforo e potássio foi suprida com a aplicação de 16, 120 e 64 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. A adubação de cobertura foi efetuada com 40 kg ha⁻¹ de N, na diferenciação floral, aproximadamente aos 50 dias após a emergência. O controle de plantas daninhas foi efetuado com oxadiazon na dose de 1.000 g i.a. ha⁻¹, em pré-emergência. Foram avaliadas nove linhagens do programa de melhoramento da Embrapa Arroz e Feijão e seus parceiros: AB072001, AB072007, AB072035, AB072041, AB072044, AB072047, AB072063, AB072083 e AB072085; e cinco cultivares, AN Cambará, BRS CIRAD 302, BRS Pepita, BRS Primavera e BRS Sertaneja, em dois níveis hídricos, com e sem deficiência hídrica. No primeiro foi mantida a condição adequada de água no solo durante todo o desenvolvimento das plantas e no segundo, apenas até aos 40 dias após a emergência, quando foi aplicada a deficiência hídrica a partir da fase final do período vegetativo até o fim do ciclo de desenvolvimento da cultura. Para tanto, foram efetuadas irrigações no primeiro ambiente hídrico e durante a fase sem deficiência hídrica do segundo, com lâminas de água de aproximadamente 20 mm, quando o potencial da água no solo a 0,15 m de profundidade, medido com tensiômetro, atingia -0,025 MPa (STONE et al., 1986). Durante o período de deficiência hídrica aplicou-se aproximadamente a metade da quantidade de água aplicada no tratamento sem deficiência hídrica, por adotar períodos de turnos de rega mais longos. Foram realizadas análises conjuntas e individuais das variáveis observadas e a comparação das médias foi efetuada pelo teste de Scott-Knott.

Resultados e Discussão

Avaliou-se a produtividade, a altura das plantas e a data de floração em 2011 e 2012, a massa

de 100 grãos apenas em 2011 e a esterilidade de espiguetas e o número de grãos por panículas em 2012. Verificou-se que o efeito ano não foi significativo para as variáveis produtividade e altura das plantas, mas o foi para data de floração (Tabela 1). Verificaram-se produtividades médias de 2.551 kg ha⁻¹ e 2.436 kg ha⁻¹, em 2011 e 2012, respectivamente. As plantas também apresentaram porte semelhante nos dois anos de avaliação. Foram observados 79,9 cm e 80,4 cm, em 2011 e 2012, respectivamente. Como mencionado anteriormente, a data de floração foi influenciada pelo efeito ano. As plantas foram, em média, seis dias mais precoces em 2011, por emitirem flores aos 76 DAS (dias após a semeadura) neste ano e 82 DAS em 2012, explicado provavelmente pela ocorrência de temperaturas do ar mais altas em 2011.

Os níveis hídricos afetaram significativamente todos os componentes avaliados, a produtividade, a altura das plantas, a data de floração, a esterilidade de espiguetas e o número de grãos por panícula, exceto a massa de 100 grãos (Tabelas 1 e 2). As produtividades médias foram de 1.378 kg ha⁻¹ e 3.608 kg ha⁻¹, com e sem deficiência hídrica, respectivamente. As plantas sob deficiência hídrica apresentaram floração mais tardia, aos 80 DAS, dois dias após a floração das plantas irrigadas adequadamente. A deficiência hídrica, como era de se esperar, induziu aumento da esterilidade de espiguetas, 44,07% de esterilidade foram observados no tratamento com deficiência hídrica e 31,21% no tratamento irrigado adequadamente. Resultados similares foram observados quanto ao número de grãos por panícula, 59 grãos por panícula foram observados no tratamento sem deficiência hídrica e 89 no tratamento com deficiência hídrica. Em termos médios, as plantas sob deficiência hídrica foram menos produtivas em 61,8%, foram dois dias mais tardias, apresentaram 41,2% mais esterilidade de espiguetas, 33,7% menos grãos nas panículas.

Adicionalmente, observou-se que os genótipos diferiram significativamente entre si quanto à produtividade e aos demais componentes agrônômicos e responderam diferentemente aos efeitos da deficiência hídrica não só para produtividade, como também para data de floração, e número de grãos por panícula (Tabelas 1 e 2). Portanto, essas foram as variáveis responsáveis pelo comportamento produtivo diferenciado dos genótipos nas duas condições hídricas, com e sem deficiência hídrica.

Tabela 1. Resumo das análises de variância para produtividade (Prod), altura das plantas (Alt) e floração (Flor).

Fonte de variação	GL	Quadrado médio		
		Prod	Alt	Flor
Ano (Y)	1	555450,0 ^{ns}	9,1 ^{ns}	1603,3 ^{**}
Níveis Hídricos (L)	1	208893021,2 ^{**}	8139,9 ^{**}	139,3 ^{**}
YL	1	187601,2 ^{ns}	169,6 ^{ns}	30,0 ^{ns}
R (LY)	8	464327,8 ^{ns}	57,4 ^{ns}	16,9 ^{ns}
Genótipos (A)	13	3699711,3 ^{**}	988,5 ^{**}	799,4 ^{**}
YA	13	626872,9 ^{**}	118,0 ^{ns}	66,3 ^{ns}
LA	13	1453234,3 ^{**}	146,9 ^{ns}	32,6 ^{**}
YLA	13	1110817,7 ^{**}	129,4 ^{ns}	14,8 ^{ns}
Erro	104	289381,0	109,4	15,2
CV (%)		21,57	13,05	4,92

ns, * e ** - Não significativo, significativo a 1% e 5%.

Tabela 2. Resumo das análises de variância para massa de 100 grãos (MS100Gr), em 2011, esterilidade de espiguetas (EstEsp) e número de grãos por panícula (GrPan), em 2012.

Fonte de variação	GL	MS100Gr - 2011	EstEsp - 2012	GrPan - 2012
Níveis hídricos (L)	1	0,01	3474,0 ^{**}	18960,0 ^{**}
Erro	4	0,04	79,2	182,6
Genótipos (A)	13	0,27 ^{**}	1026,4 ^{**}	1652,72 ^{**}
LA	13	0,07 ^{ns}	97,3 ^{ns}	351,2 ^{**}
Erro	52	0,04	56,7	166,0
CV (%)		8,96	20,00	17,43

ns, * e ** - Não significativo, significativo a 1% e 5%.

Para atender às condições de deficiência hídrica de regiões produtoras de arroz de terras altas, como a do Cerrado, a tolerância à seca deve ser uma característica agregada dos genótipos, uma vez que, na maioria das vezes, ocorre adequada distribuição da precipitação pluvial. Nesse sentido, considerou-se na seleção a produtividade nas duas condições: com e sem deficiência hídrica. Jongdee et al. (2006) afirmaram que podem ser desenvolvidos

genótipos com boa produtividade em condições de deficiência hídrica e, ao mesmo tempo, responder bem às condições favoráveis de umidade do solo, desde que sejam avaliados em ambos os ambientes. Isso é viável para os estresses hídricos moderados, quando a redução da produtividade é inferior a 50%. Entretanto, sob estresse severo, são requeridos mecanismos para o escape ou tolerância ao déficit hídrico. Conforme esse enfoque, observou-se que o genótipo AB072063, foi classificado no grupo mais produtivo, tanto sob deficiência hídrica como sob irrigação adequada (Tabela 3). O segundo grupo mais produtivo sob deficiência hídrica foi composto pelos genótipos AB072035, AB072044, BRS Pepita, AB072007, AB072047 e AB072085. Todos esses genótipos foram classificados também no primeiro grupo mais produtivo sob irrigação adequada, exceto o genótipo AB072007. O grupo menos produtivo sob deficiência hídrica foi composto pelos demais genótipos, BRS Sertaneja, AB072041, BRS CIRAD 302, AB072083, AB072001, AN Cambará e BRS Primavera. Entre esses, apenas os genótipos BRS Sertaneja, AB072083, AB072001 e BRS Primavera foram classificados como mais produtivos sob condições adequadas de água no solo.

O genótipo AB072063, classificado como mais produtivo nos dois ambientes, caracterizou-se pela sua precocidade ao atingir o florescimento aos 67 e 69 DAS, sob deficiência hídrica e irrigação adequada, respectivamente, e apresentou porte baixo, aproximadamente 13 cm mais baixo que

Tabela 3. Produtividade (Prod), altura das plantas (Alt), floração (Flor), colhidos em 2011 e 2012, massa de 100 grãos (MS100Gr), em 2011, e esterilidade de espiguetas (EstEsp) e número de grãos por panícula (GrPan), em 2012.

Genótipos	Prod (Kg ha ⁻¹)		Alt (cm)	Flor (DAS)		MS100Gr (g)	EstEsp (%)		GrPan (n°)	
	C/def hidr	S/def hidr		C/def hidr	S/def hidr		C/def hidr	S/def hidr	C/def hidr	S/def hidr
	2011/2012				2011		2012			
AB072063	2647 a	4158 a	79,7 b	67 d	69 c	2,64 a	22,77 c	17,29 c	88 a	104 b
AB072035	2069 b	4298 a	78,0 b	70 d	70 c	2,73 a	40,45 c	23,73 c	46 a	77 c
AB072044	1903 b	4184 a	81,8 b	76 c	77 b	2,52 a	36,14 c	21,31 c	57 a	82 c
BRS Pepita	1844 b	3719 a	94,8 a	75 c	75 b	2,31 b	43,51 c	28,28 c	67 a	104 b
AB072007	1801 b	3007 b	71,5 c	68 d	69 c	2,29 b	41,47 c	24,87 c	60 a	85 c
AB072047	1525 b	3931 a	79,3 b	71 d	72 c	2,75 a	44,07 c	23,82 c	45 a	79 c
AB072085	1427 b	4462 a	76,9 b	90 b	86 a	2,30 b	48,34 b	27,14 c	54 a	82 c
BRS Sertaneja	1266 c	3564 a	83,8 b	80 c	78 b	2,41 b	35,93 c	22,05 c	78 a	115 a
AB072041	1062 c	3011 b	85,6 b	87 b	85 a	2,31 b	37,16 c	28,12 c	60 a	87 c
BRS CIRAD 302	992 c	1939 c	60,2 d	79 c	77 b	2,06 b	70,37 a	80,62 a	41 a	31 d
AB072083	831 c	3910 a	69,7 c	99 a	90 a	2,23 b	50,65 b	29,27 c	43 a	76 c
AB072001	765 c	3850 a	86,3 b	88 b	82 a	2,35 b	38,52 c	27,08 c	67 a	115 a
AN Cambará	629 c	2856 b	81,4 b	84 b	85 a	2,13 b	52,84 b	41,53 b	59 a	93 b
BRS Primavera	537 c	3630 a	93,3 a	88 b	83 a	2,25 b	54,78 b	41,83 b	59 a	117 a
Médias	1378	3608	80,2	80	78	2,38	44,07	31,21	59	89

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade, DAS – número de dias após a semeadura, C/def hidr – com deficiência hídrica, S/def hidr – sem deficiência hídrica.

a cultivar BRS Primavera, e baixa esterilidade de espiguetas nos dois ambientes hídricos comparativamente aos demais genótipos. Foram observados 22,77% e 17,29% de esterilidade de espiguetas, nos ambientes hídricos com e sem deficiência hídrica, respectivamente. Além do mais, o genótipo caracterizou-se por apresentar o maior número de grãos por panícula, comparativamente aos demais genótipos.

Conclusões

Os genótipos de arroz diferem quanto ao potencial produtivo e respondem diferentemente às condições hídricas.

O genótipo AB072063 foi classificado como mais produtivo tanto sob deficiência hídrica como sob irrigação adequada.

Os genótipos AB072035, AB072044, BRS Pepita, AB072007, AB072047 e AB072085 foram menos produtivos que o AB072063 sob deficiência hídrica, entretanto, apresentaram o potencial produtivo deste sob irrigação adequada, exceto o genótipo AB072007.

Os genótipos BRS Sertaneja, AB072041, BRS CIRAD 302, AB072083, AB072001, AN Cambará e BRS Primavera foram os menos produtivos sob deficiência hídrica. Entre esses, apenas os genótipos BRS Sertaneja, AB072083, AB072001 e BRS Primavera foram classificados como mais produtivos sob condições adequadas de água no solo.

Agradecimentos

Aos auxiliares Franciel Gonçalves dos Reis e Ramatis Justino da Silva, pelo auxílio na condução

dessa pesquisa, e à Estação Experimental da Emater, em Porangatu, pela disponibilização da infraestrutura.

Referências

BRESEGHELLO, F.; STONE, L. F. (Ed.). **Tecnologia para o arroz de terras altas**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1998. 161 p.

FAGERIA, N. K. **The use of nutrients in crop plants**. Boca Raton: CRC Press, 2009. 430 p.

GUIMARÃES, C. M.; STONE, L. F.; OLIVEIRA, J. P. de; RANGEL, P. H. N.; RODRIGUES, C. A. P. Sistema radicular do arroz de terras altas sob deficiência hídrica. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 126-134, jan./mar. 2011.

JONGDEE, B.; PANTUWAN, G.; FUKAI, S.; FISCHER, K. Improving drought tolerance in rainfed lowland rice: an example from Thailand. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 80, n. 1/3, p. 225-240, Feb. 2006.

PINHEIRO, B. da S. Integrating selection for drought tolerance into a breeding program: the Brazilian experience. In: FISHER, K. S.; LAFITTE, R.; FUKAI, S.; ATLIN, G.; HARDY, B. (Ed.). **Breeding rice for drought-prone environments**. Los Baños: International Rice Research Institute, 2003. p. 75-83.

STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A.; SILVA, S. C. da. **Tensão da água do solo e produtividade do arroz**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1986. 6 p. (EMBRAPA-CNPAP. Comunicado técnico, 19).

Comunicado Técnico, 212

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Arroz e Feijão
Endereço: Rod. GO 462 Km 12 Zona Rural, Caixa Postal 179 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO
Fone: (62) 3533 2123
Fax: (62) 3533 2100
E-mail: sac.cnpaf@embrapa.br
1ª edição
 Versão online (2013)



Comitê de publicações

Presidente: Roselene de Queiroz Chaves
Secretário-Executivo: Luiz Roberto R. da Silva
Membros: Flávia Aparecida de Alcântara, Luís Fernando Stone, Ana Lúcia Delalibera de Faria, Heloísa Célis Breseghello, Márcia Gonzaga de Castro Oliveira, Camilla Souza de Oliveira, Fábio Fernandes Nolêto

Expediente

Supervisão editorial: Camilla Souza de Oliveira
Revisão de texto: Camilla Souza de Oliveira
Normalização bibliográfica: Ana Lúcia D. de Faria
Editoração eletrônica: Fabiano Severino